

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06236853 A**

(43) Date of publication of application: **23.08.94**

(51) Int. Cl.

**H01L 21/205**

**H01L 21/31**

**H01L 21/318**

(21) Application number: **05323801**

(22) Date of filing: **22.12.93**

(30) Priority: **07.01.93 US 93 1456**

(71) Applicant: **RAMTRON INTERNATL CORP**

(72) Inventor: **ARGOS JR GEORGE  
PATEL DIVYESH N**

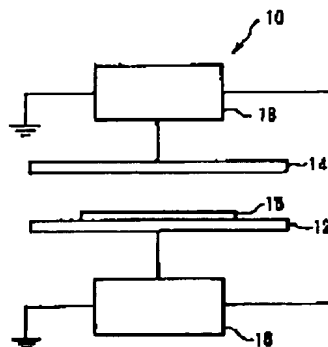
**(54) GROWING METHOD FOR NITRIDE THIN FILM**

**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a nitride silicon thin film and an oxide nitride silicon thin film which have a low hydrogen-containing volume.

**CONSTITUTION:** By a method of vaporizing nitride silicon and oxy-nitride silicon thin films TEQS (tetraethoxysilane) is reacted with nitrogen in a 13VD device, having a parallel plane type. A high-frequency electric power signal having a frequency of 13.56 MHz is impressed to an upper part electrode plate 12, and a low-frequency electric power signal having a frequency range of 100-400 kHz is impressed to a lower part electrode plate 14. A degree of nitride for the thin film to be formed can be changed by adjusting the electric power values which are impressed to the upper and lower polar plates 12 and 14.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-236853

(43)公開日 平成6年(1994)8月23日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205				
21/31	C			
21/318	B	7352-4M		

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-323801

(22)出願日 平成5年(1993)12月22日

(31)優先権主張番号 08/001, 456

(32)優先日 1993年1月7日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 592228963  
ラムトロン・インターナショナル・コーポレーション  
アメリカ合衆国, コロラド州 80921, コロラド・スプリングス, ラムトロン・ドライブ 1850

(72)発明者 ジョージ・アルゴス・ジュニア  
アメリカ合衆国, コロラド州 80918, コロラド・スプリングス, コーティナ・ドライブ 3045

(74)代理人 弁理士 大垣 孝

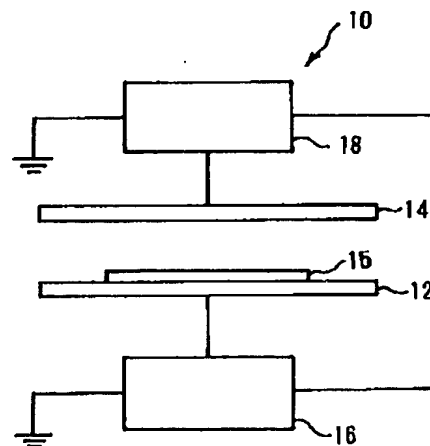
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 窒化物薄膜の成長方法

(57)【要約】

【目的】 水素含有量が低い窒化珪素薄膜や酸窒化珪素薄膜を提供する。

【構成】 窒化珪素及びオキシ窒化珪素薄膜を蒸着する方法は、平行平板型CVD装置内で、TEOS (テトラエトキシシラン) を窒素と反応させる。13.56MHzの周波数を有する高周波電力信号を上部極板に印加し、100乃至400KHzの範囲の周波数を有する低周波電力信号を下部極板に印加する。形成される薄膜の窒化度は、上下の極板に印加される電力量を調整することにより、変更可能である。



10: デュアル・フリクエンシー型PECVD装置  
12: 下側プレート  
14: 上側プレート  
15: ウエハ  
16: 低域フィルタ  
18: 高域フィルタ

装置の概略図

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 上側プレート及び下側プレートを有する平行平板型 CVD 装置において窒化物薄膜を成長させるに当り、

前記上側プレートと下側プレートとの間にウエハを位置決めし、

前記上側プレート及び下側プレートのうち少なくとも一方に電力を印加し、更に、

前記上側プレート及び下側プレート間でテトラエトキシシラン (Si (OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>) を窒素 (N<sub>2</sub>) と反応

させて、所定の窒素及び酸素含有量を有する窒化物薄膜を形成することを含むことを特徴とする窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 2】 更に、テトラエトキシシランを窒素と反応させた後、前記窒化物薄膜をアニールすることを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 3】 前記アニールを、摂氏 1100 度で N<sub>2</sub> 環境内で行うことを特徴とする請求項 2 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 4】 前記上側プレートに、高周波電力信号を印加することを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 5】 前記下側プレートに、低周波電力信号を印加することを特徴とする請求項 4 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 6】 前記高周波電力信号が 13.56 MHz の周波数を有することを特徴とする請求項 5 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 7】 前記低周波電力信号が 100 乃至 400 KHz の周波数を有することを特徴とする請求項 5 記載の窒化物薄膜の成長方法。

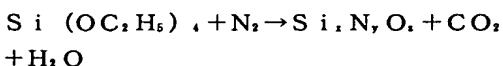
【請求項 8】 低周波信号を前記下側プレートに与えることを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 9】 前記低周波信号が 100 乃至 400 KHz の周波数を有することを特徴とする請求項 8 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 10】 前記下側プレートを摂氏 400 度に維持することを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 11】 前記 CVD 装置内の前記上側プレートを通過する前記テトラエトキシシランの流量が 1.8 sccm であり、及び窒素の流量が 5000 sccm であることを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 12】 前記テトラエトキシシランと窒素を反応させる工程が、化学反応



に拠ることを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成

長方法。

【請求項 13】 前記 CVD 装置内の圧力を 2.0 乃至 4.2 トーラの間に維持したことを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

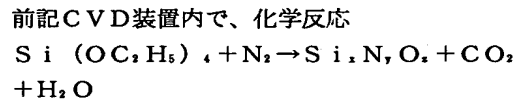
【請求項 14】 上側プレート及び下側プレートを有する平行平板型 CVD 装置において窒化物薄膜を成長させるに当り、

前記上側プレートと下側プレートとの間にウエハを位置決めし、

10 高周波電力信号を、前記上側プレートに印加し、低周波電力信号を、前記下側プレートに印加し、

前記 CVD 装置内の圧力を一定に維持し、前記下側プレートを加熱し、

テトラエトキシシラン及び窒素の流れを供給し、前記 CVD 装置内で、化学反応



により、テトラエトキシシランと窒素を反応させて窒化物薄膜を形成し、更に N<sub>2</sub> 環境内で前記窒化物薄膜をア

20 ニールすることを含むことを特徴とする窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 15】 前記高周波電力信号が 13.56 MHz の周波数を有することを特徴とする請求項 14 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 16】 前記低周波電力信号が 100 乃至 400 KHz の周波数を有することを特徴とする請求項 14 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 17】 前記下部極板を摂氏 400 度に維持することを特徴とする請求項 14 記載の窒化物薄膜の成長方法。

30 【請求項 18】 前記 CVD 装置内の前記上側プレートを通過する前記テトラエトキシシランの流量を 1.8 sccm に、及び前記窒素の流量を 5000 sccm としたことを特徴とする請求項 14 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 19】 前記 CVD 装置内の圧力を 3.0 トーラに維持したことを特徴とする請求項 14 記載の窒化物薄膜の成長方法。

【請求項 20】 上側プレートと下側プレートを有する平行平板型 CVD 装置内で窒化物薄膜を成長させるに当り、

40 前記下側プレート上にウエハを位置決めし、前記上側プレートに 13.56 MHz の周波数を有する 100 ワットの高周波電力信号を印加し、

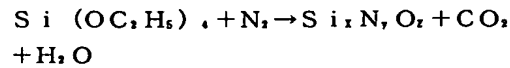
前記下側プレートに 100 乃至 400 KHz の周波数を有する 800 ワットの低周波電力信号を印加し、

前記 CVD 装置内の圧力を 3.0 トーラに維持し、前記下側プレートを摂氏 420 度の温度に維持し、

テトラエトキシシランを 1.8 sccm の流量で、及び窒素を 5000 sccm の流量で供給し、

50 前記 CVD 装置内の前記上側プレートを通過する前記テトラエトキシシランの流量が 1.8 sccm であり、及び窒素の流量が 5000 sccm であることを特徴とする請求項 1 記載の窒化物薄膜の成長方法。

前記CVD装置内で、化学反応



により、前記テトラエトキシシランと前記窒素とを約4.7分間反応させて窒化物薄膜を形成し、更に摂氏1100度のN<sub>2</sub>環境内で前記窒化物薄膜をアニールすることを含むことを特徴とする窒化物薄膜の成長方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、窒化珪素薄膜及び酸窒化珪素薄膜を成長（又は堆積）させる方法に関し、特に、水素含有量が低い窒化物薄膜を提供するための改良された方法に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】半導体デバイスにおいて一般的に使用される誘電体薄膜には、従来のプラズマを利用した成長法による（plasma deposited）窒化珪素薄膜と酸化珪素薄膜の2種類の窒化物薄膜がある。珪素窒化物（シリコン・ニトライド：silicon nitride）は、所望のひび割れ（クラック：crack）及び掻き傷（スクラッチ：scratch）耐性、ナトリウム不純物及び湿気に対する優れた障壁機能、コンフォーマル（conformal）段差被覆性（ステップカバレッジ：step coverage）、及び良好な工程制御特性等の理由により、パシベーション層として広範に使用されてきた。窒化珪素は、中間の絶縁体として、或いは、光学的用途の誘電体コーティング膜に、場合によってはゲート誘電体として使用されることが多い。珪素酸化物（シリコン・オキサイド：silicon oxide）は低誘電率を有するが、一般には、不純物の浸透に対していっそう敏感であり、段差被覆性とウエハ間注入均一性の制御という面で劣る。そのため、二重金属（ダブル・メタル：double metal）超LSI（VLSI）技術用の中間金属絶縁層及びパシベーション層の両方に使用することができる誘電体薄膜を探した結果、プラズマCVD（PCVD）による酸窒化珪素（シリコン・オキシニトライド：silicon oxynitride）を使用することがわかった。

【0003】窒化珪素及び酸窒化珪素の水素含有量は、いずれも高いことが多い。SiH<sub>4</sub>、NH<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>の各ガスを様々な組み合わせで形成される、従来のプラズマ成長法による窒化珪素は、水素を30原子%まで含有することができる。一般には、水素は、MOS（金属酸化物半導体）デバイスのゲート酸化物付近に「トラップ」を作るので、MOSデバイスが不安定となる原因となる。その結果、窒化物により放出されるゲートの酸化物-珪素インタフェースでトラップされる水素に起因して生ずるホットキャリアの注入量が増加するため、一般のIC製造業者は、短チャネルMOSFET（MOS電界効果トランジスタ）のしきい値が不安定となるという問題に直面する。水素により引き起こされるこの問題は、

窒化物の珪素-水素結合（ボンド：bonds）に起因すると考えられるので、水素含有量をできるだけ減少させるために、或いは、珪素-水素結合の有害な効果を避けるために、様々な試みがなされてきた。

【0004】プラズマ成長法による窒化珪素薄膜の水素含有量を減らすために広く用いられている方法の一つは、反応体（レアクタント：reactants）の一つとして希釈シラン（SiH<sub>4</sub>）を使用することである。また、別の方法では、フッ素化されたアモルファス珪素材料を使用している。この場合、珪素内に取り込まれたフッ素が、安定性を付与ししかもダングリングボンドを減少する、と考えられている。例えば、NF<sub>3</sub>、SiH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>の各ガスを組み合わせて、窒化物層を形成してもよい。この各ガスの組合わせを変えることにより、珪素とフッ素含有量を独立して調節することができる。フッ素化した窒化珪素薄膜は、NH<sub>3</sub>ガスを用いて形成した熱CVD窒化珪素に比べて優れた電氣的及び光学的特性を呈する。

【0005】これまで説明してきたことから明らかなように、水素含有量を低減するためのこれらの方法は、主として、一般的なシラン系窒化物の成長膜（又は堆積層：deposition）を改良することを目指してきた。しかしながら、窒化物及びオキシ窒化物薄膜を成長させるこれらの方法でも、CMOS（相補形金属酸化膜半導体）回路を劣化させるに十分な量の水素を放出する。窒化物内で水素含有量が高くなるこの問題は、水素に対して敏感な強誘電性材料を半導体デバイス内に取り込んだ場合に、特に顕著である。

【0006】本発明の目的は、窒化珪素薄膜及び酸窒化珪素薄膜内の高水素含有量の問題を解決することにある。

【0007】本発明の別の目的は、水素含有量が低い酸窒化物薄膜における窒素に対する酸素の比を調節することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段及び作用】本発明は、薄膜の水素含有量を減少させるために、珪素源としてテトラエトキシシラン（TEOS）を使用して窒化珪素又は酸窒化珪素薄膜等の窒化物薄膜を成長させる新規な方法に関する。本発明は、好ましくは、例えば図1に示したような二重周波数（デュアル・フリクエンシー：dual frequency）を用いた平行平板型CVD装置を利用する。本発明の方法においては、高周波信号を上側プレート即ち上側プレートに印加して反応体を励起すると共に、低周波信号をサセプタ即ち下側プレートに印加して装置内のイオン衝撃を調節する。上側プレート及び下側プレートに印加する電力量を変えることにより、薄膜の窒化度を調節することができる。薄膜が酸化物よりむしろ窒化物になるにつれ、エッチング速度は一般に減少するが、屈折率、薄膜硬度、及び誘電率は一般に増加する。更に、

窒化物薄膜は、動けるイオンに対する障壁性（バリア：barrier）に優れている。

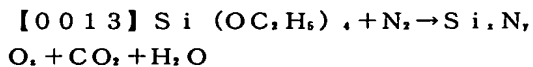
【0009】薄膜内の酸素と窒素の量は各プレートに印加する高周波電力／低周波電力の比により決まるので、本発明を用いることにより異なる酸化物／窒化物比を有する酸窒化物を造ることが可能である。本発明は、TEOS内に存在する酸素が反応を支配して電力レベルに拘らずSiO<sub>2</sub>が形成されてしまうのを防ぐために、成長中に窒素を好ましくは5000sccmの高流量で供給する工程を含んでいる。薄膜の成長後、最後にN<sub>2</sub>アニール工程を摂氏1100度で別個に行ってもよいが、この工程は必ずしも必要ではない。

【0010】本発明によれば、窒化珪素又は酸窒化珪素薄膜を使用する従来方法より遥かに水素含有量が低い窒化珪素又は酸窒化珪素薄膜を成長させることが可能となる。その結果、本発明の方法に基づいた窒化物又は酸窒化物薄膜で不動態化される集積回路チップは、湿気及びアルカリイオン不純物の浸透に対する障壁性及びスクラッチ耐性を示す一方、従来の半導体デバイスにおける場合のような水素含有量が高いことから生じる劣化を、呈することはない。

#### 【0011】

【実施例】以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。尚、図は本発明が理解できる程度に概略的に示してある。

【0012】本発明は、プラズマ・エンハンスドCVD（PECVD）による、窒化物（nitride）及びオキシ窒化物薄膜（oxynitride films）の成長方法（例えば蒸着）に関する。PECVDにより窒化物薄膜を形成するための従来の方法では、SiH<sub>4</sub>（シラン）、NH<sub>3</sub>及びN<sub>2</sub>から成る反応種を採用していたが、これに対し本発明の方法においては、PECVDによる窒化物薄膜を形成するための反応種として、従来の方法で使用されるSiH<sub>4</sub>（シラン）及びNH<sub>3</sub>の代わりにSi（OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>）<sub>4</sub>（オルト珪酸エチル即ちテトラエトキシシラン：TEOS）を使用する。更に、上側プレート（上部電極）及び下側プレート（下部電極）に印加される電力に拘わりなく酸素が反応を支配してSiO<sub>2</sub>を形成してしまうのを防ぐために、窒化物薄膜の成長中は窒素流量を、好ましくは5000sccmという高流量とする。水素含有量が低い薄膜を生成するためのTEOS（テトラエトキシシラン）とN<sub>2</sub>の反応は、以下の通りである。



ガス流量は変えてもよいが、薄膜を成長させている最中はガス流量を一定に保持することが好ましい。一般には、N<sub>2</sub>流量を増加させると、薄膜の窒化物含有量は高くなり、水素含有量は低くなる。TEOS流量を増加させると、一般に、薄膜の窒化物含有量は低くなる。TE

OSの流量を調節しても水素含有量には影響しない。しかしながら、ガス流量が余りに減少すると、成長速度は極端に低下する。

【0014】窒化物及び酸窒化物薄膜を成長させるための本発明の方法では、ノベラス・コンセプト・ワンPECVDリアクタ（Novellus Concept One PECVD reactor）のような、典型的な二つの周波数を用いたプラズマ・エンハンスドCVD（PECVD）装置を採用している。このPECVDリアクタは、例えば、背景技術としてここに挙げるR. E. マーチン他の「PECVD窒化物における応力及び水素を調節するための高周波バイアス（RF Bias To Control Stress and Hydrogen in PECVD Nitride）」（第5回I. E. E. E.（米国電気電子学会）V. M. I. C. 会議の会議録、1988年6月）に開示されている。

【0015】典型的なデュアル・フリクエンシー型PECVD装置10の一例を図1に示す。このPECVD装置10は、下側プレート即ちサセプタ12及びこれに平行な上側プレート14を有する処理室を備えている。本発明において結果として得られる薄膜の窒化度（即ち、Si、N、Oにおける窒素の量。尚、この例では、 $0 \leq x \leq 3$ 、 $0 \leq y \leq 4$ および $0 \leq z \leq 2$ である。）は、CVD装置の上下のプレートの電力レベルを調整することにより調節される。窒化度は、上下のプレートにワットを単位として印加される信号電力の比として定義される。両プレートの間隔は、好ましくは約5インチ（12.8mm）であり、処理室内の圧力は、3トールの圧力に維持することが望ましい。圧力が3トールで良い均一性が得られるが、2トール乃至4.2トールでもよい。

【0016】窒化物又は酸窒化物の薄膜が形成されるウエハ15を、CVD処理の間中は、下側プレート即ちサセプタ12上に配設する。下側プレート12を、低周波電力を下側プレートへと通過させるための低域フィルタ16に接続する。この低周波信号は、下側プレートに供給されて、処理室内の反応体のイオン衝撃度を調節する。好ましくは、下側プレートに供給する低周波電力信号の周波数を、100乃至400KHzの周波数とし、下側プレートを摂氏400度に維持する。一般的には、各ウエハは、ウエハと下側プレートとの間の良好な熱結合により、約摂氏390度に加熱される。下側プレートの温度を上げると、窒化度（即ち薄膜の窒素含有量）が増加して薄膜の水素含有量が減少する。

【0017】上側プレート14を、高周波（RF）電力を上側プレートに通過させるための高域フィルタ18に接続する。ガス及びRF電力は、上側プレート内の7個のシャワーヘッドを通して分配される。好ましくは約13.56MHzの周波数を有する高周波信号を、上側プレートに連続的に供給して、処理室内の反応体を励起する。

【0018】上述したように、薄膜の諸特性（例えば、薄膜内の酸素の窒素に対する比、或いは薄膜の水素含有量）は、各プレートにそれぞれ供給される高周波電力信号と低周波電力信号の比により決まる。高周波電力信号と低周波電力信号は、独立に制御し得るので、上側プレート及び下側プレートに印加する電力量を変えることにより、薄膜の窒化度及び水素含有量を制御することができる。例えば、500ワットの低周波信号を下側プレートに加え250ワットの高周波信号を上側プレートに加えた成長では、250/500即ち0.50の高周波/低周波電力比となる。

【0019】高周波電力の低周波電力に対する比がゼロに近づくにつれ、水素含有量は減少する。また、それらの比がゼロに近づくにつれて、薄膜はいっそう窒化物になる。従って、上側プレート及び下側プレートに加える高周波及び低周波信号の電力レベルを調整することにより、所要の窒化物又は酸窒化物含有量を有する薄膜、或いは一定の水素含有量を有する薄膜を得ることが可能となる。

【0020】強誘電性デバイスで使用する好ましい薄膜は、窒素含有量が高く水素含有量が低いものである。従って、800ワットの低周波電力レベル（好ましくは、装置により決定された最低周波数で）を下側プレート（装置により決定された最高温度に維持された）に与え、0ワットの高周波電力レベルを上側プレートに与えている。

【0021】上側プレート及び下側プレートにそれぞれ与える周波数は、それ自体可変であるが、蒸着の間は一定に維持することが望ましい。好ましくは、上側プレートに与える電力信号の周波数は、約13.56MHzに維持する。下側プレートに与える信号の周波数を変えても、薄膜に対して最小限の影響しか及ぼさないことが分かっている。例えば、下側プレートに与える信号の周波数を450KHzから100KHzに変化させても、その結果得られる薄膜は、窒素の含有量が僅かに多くなり、従って一層窒化物になる傾向があることが分かった。下側プレートに印加する周波数を変えても、水素含有量には影響を及ぼすことはない。

【0022】一般に、反応時間は、薄膜の得られた厚さに影響し、所要の厚さに応じて調節可能である。最後に、薄膜の成長後、N<sub>2</sub>アニールを実施することができる。このアニール工程を実施する場合、アニール処理は、摂氏約1100度で実施することが望ましい。

【0023】本発明に係る方法は、種々の理由から従来の方法より有利である。例えば、本発明の方法は、パシベーション（不動態）層からゲート酸化物-珪素インタフェースへ水素が逃げることにより生じるしきい値の不安定性を誘発することのない、集積回路用のパシベーション層として使用し得る薄膜を形成するために用いることができる。本方法は、また、EPROM用の酸化物-

窒化物-酸化物（ONO）層を形成するために使用してもよい。更に、本発明の方法は、酸素拡散に対してバリヤとして作用する酸窒化珪素薄膜を形成することができ、これにより、マスクされていない領域において熱酸化物を成長させる際のマスクとして当該薄膜を使用し得る。この薄膜は、また、中間の誘電体を平坦化するための「成長-エッチング-成長（デプ-エッチ-デプ：de p-etch-dep）」技術に使用してもよい。

【0024】本発明の方法を用いて形成した薄膜は、更に、パシベーション層から逃げた水素に対し高感度を有するパシベーション強誘電体デバイスとしても有益である。例えば、強誘電体IC処理においてこの薄膜を、

（ポリシリコンを第一レベルにある金属から絶縁している）下側のフローガラス（flow glass）をキャッピング（capping）するために用いることにより、ジルコン酸チタン酸鉛（PZT）内の鉛がフローガラスをドーピングしてボイド（void）を生じるのを防ぐようにしてもよい。本発明の方法により形成された酸窒化珪素の誘電体層は、ポリシリコンライン（polysilicon line）の周りに、或いはPZTコンデンサスタックの周りにスペーサを形成するために使用することもできる。結果として得られる窒化物或いは酸窒化物の水素含有量が低い場合、この薄膜は、高温に晒された場合、水素を解放することによりPZTコンデンサの強誘電体スイッチング特性を劣化させることはない。標準的な窒化物は、摂氏400度の温度で100%のスイッチドチャージロス（100% switched charge loss）を生じ、デュアル・フリクエンシー型処理室でシランを採用して薄膜を成長させる方法は、90%のスイッチドチャージロスを生じる。しかし、本発明の方法によれば、僅かに5%のスイッチドチャージロスを生じるだけであり、著しい改善を示した。

【0025】本発明の成長方法は、成長速度が遅くかつ薄膜へイオンを打ち込む電力の周波数を低くしたため、極めて密度の高い薄膜が得られる。これにより、薄膜のエッチング速度が極めて遅くなる。エッチング速度が遅いということは、種々の理由から半導体デバイスの形成に有利となる。エッチング速度の遅い誘電体層は、コンタクトエッチング用のエッチングストップとして使用することができる。更に、エッチング速度の遅い誘電体層は、金属の段差被覆を改善するためにコンタクトの開口の輪郭（プロファイル：profile 及び開口の縦断面の輪郭）を制御するために使用することができる。一連の層を、TEOS、N<sub>2</sub>、TMP（亜リン酸トリメチル：trimethylphosphite）、TMB（ほう酸トリメチル：trimethylborate）或いは（必要に応じて）O<sub>2</sub>の組成を変更することにより、成長させることができる。良好な金属段差被覆を得るためのテーパ状プロファイルのコンタクト及び開口部は、底部即ち下部表面から上部にかけてエッチング速度が速くなる層を成長させることにより得られる。連続した誘電体層のエッチング速度は、TMBと

TMP反応体の流量を変化させることにより、薄膜内へ取り込むほう素及び磷ドーパントの量を変化させて、増加させることができる。

【0026】本発明の方法により成長された窒化珪素又は酸窒化珪素薄膜を有する強誘電体ICは、摂氏350度で16時間経過後でも、強誘電特性の低下を最小限に留めた。その結果、本発明により形成される窒化物薄膜で不動態化される集積回路チップは、従来技術により形成される窒化物薄膜を採用したチップと比較して湿気及びアルカリイオン不純物の浸透に対するバリア機能及びスクラッチ耐性が良く、さらには、水素含有量も低い。

【0027】以下の表は、本発明の方法により成長させた酸窒化物薄膜と、標準的なSiO<sub>2</sub>薄膜及び標準的な

\* Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>薄膜とを、比較している。このニトス (nitros) 薄膜は、以下のパラメータに従って成長させた。尚、ニトスとはTEOSを用いて得た窒化物 (nitride from TEOS) のニックネームである。

【0028】N<sub>2</sub>=5000 sccm

TEOS=1.8 sccm

電力=600W 低周波数(200KHz)

0W 高周波数

温度=420℃

10 圧力=3.0トール

時間=4.7分

【0029】

\* 【表1】  
ニトス結果／比較例

	標準 SiO <sub>2</sub> (UTEOS)	標準 Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	ニトス
屈折率	1.45	2.0	1.55-1.7
ウェット エッチング速度 7:1 E.O.E.	1622 Å/m	200-400 Å/m	145 Å/m
ウェット エッチング速度 20:1 B.O.E.	737 Å/m	150 Å/m	70-110 Å/m
応力	低 10 <sup>9</sup> C	高 引張	低 10 <sup>9</sup> C
硬度	掻き傷容易	掻き傷困難	掻き傷困難
H <sub>2</sub> 含有量	低	高	低

【0030】以上、本発明を例示的な実施例に基づいて説明してきたが、この説明は限定的な意味で解釈されるべきではなく、前記特許請求の範囲に記載した本発明の精神及び範囲内の任意の代替例を包含するものであることは理解されよう。例えば、本発明の新規な成長技術により形成された薄膜は、当該薄膜の固い性質のため、工具等の微細対象物のハードコーティングとして使用することができる。本説明を参照することにより、当業者には、本発明の他の実施例と同様、例示実施例の種々の変形例が、明らかとなろう。

【0031】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、この発明によれば、CVD装置の上側プレート及び下側プレート間で、少なくとも一方のプレートに周波数パワーを印加しながら、テトラエトキシシランと窒素とを反応させている。上側プレート及び下側プレートに印加する電

※力量を変化させて結果として得られるべき薄膜の窒化度を調整する。それにより、従来方法によって形成される窒化物及び酸窒化物薄膜の場合よりも遥かに水素含有量が少ない、珪素窒化物薄膜や珪素酸窒化物薄膜等の窒化物薄膜を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

40 【図1】典型的な平行極板型プラズマ・エンフォーストCVD装置の概略を示す図。

【符号の説明】

10: PECVD装置

12: 下側プレート (サセプタ)

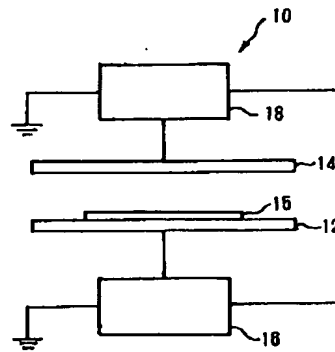
14: 上側プレート

15: ウエハ

16: 低域フィルタ

18: 高域フィルタ

【図1】



- 10: デュアル・フリクエンシー型PEGVD装置  
 12: 下側プレート  
 14: 上側プレート  
 15: ウエハ  
 16: 低域フィルタ  
 18: 高域フィルタ

装置の概略図

---

 フロントページの続き

(72)発明者 ディヴィシュ・エヌ・パテル  
 アメリカ合衆国, コロラド州 80920-  
 1596, コロラド・スプリングス, スプリン  
 グクレスト・ロード2150